

проведенних досліджень можна зробити висновок, що запропонований метод відповідає практичним вимогам і дозволяє уточнити локалізацію ураження судинного русла, що підвищує достовірність діагнозу ішемічної хвороби серця.

Литература

1. Ільєсова, Н. Ю. Комп'ютерна технологія відновлення просторової структури коронарних судин по ангиографічній проекції [Текст] / Н. Ю. Ільєсова, Н. Л. Казанський, А. О. Корєпанов, А. В. Купріянов, А. В. Устинов, А. Г. Храмов // Комп'ютерна оптика. — 2009. — Т. 33, № 3. — С. 281–317.
2. Kirbas, C. A review of vessel extraction techniques and algorithms [Text] / C. Kirbas, F. Quek // ACM Computing Survey. — 2004. — № 36(2). — pp. 81–124.
3. Frangi, A. F. Multiscale vessel enhancement filtering [Text] / A. F. Frangi, W. J. Niessen, K. L. Vincken, M. A. Viergever // Lecture Notes in Computer Science. — 1998. — № 1496. — pp. 130–138.
4. Lindeberg, T. Edge detection and ridge detection with automatic scale selection [Text] / T. Lindeberg // International Journal of Computer Vision. — № 30(2). — 1998. — pp. 117–154.
5. Полякова, М. В. Обобщенные вейвлет-функции с компактным носителем в задаче сегментации изображений упорядоченных текстур [Текст] / М. В. Полякова, В. Н. Крылов // Электроника и связь. — № 1. — 2007. — С. 27–36.
6. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам [Текст] / И. Добеши. — Москва — Ижевск, 2001. — 464 с.
7. Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms [Text] / N. Otsu // IEEE Trans. Syst. Man, Cybern SMC-9. — 1979. — pp. 62–66.
8. Давыдов, В. О. Автоматизация технологического процесса регистрации номеров при управлении транспортными потоками [Текст] : дис. на соискание науч. ст. к. т. н. / В. О. Давыдов; науч. рук. М. В. Максимов. — Одесса, 2004. — 155 с.
9. Роджерс, Д. Алгоритмические основы машинной графики [Текст] : пер. с англ. [Текст] / Д. Роджерс, С. А. Вичеса, Г. В. Олохонтовой, П. А. Монахова. — М.: Мир, 1989. — 512 с.
10. Kazmar, T. Opacity quantification in cardiac angiogram sequences [Text] / T. Kazmar, J. Kybic, J. Jan, J. Kozumplik, I. Provaznik (Eds.) // BIOSIGNAL: Analysis of Biomedical Signals and Images. — Brno, 2008. — p. 66.

ЗАСТОСУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ГРЕБІНЧАСТИХ ВЕЙВЛЕТ-ФУНКЦІЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ АНГІОГРАМ

Удосконалено метод сегментації зображень судин на ангиограмах шляхом застосування перетворення з узагальненою гребенчатою вейвлет-функцією, а також запропонована процедура поліпшення якості виділення скелетона судин шляхом видалення петель. Це дозволило підвищити швидкість методу сегментації ангиограм і забезпечити якість локалізації дерева судин на ангиограмі, необхідну для прийняття діагностичного рішення.

Ключові слова: скелетон, сегментація зображень, ангиограма, вейвлет-перетворення.

Полякова Марина Вячеславовна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: marina_polyakova@rambler.ru.

Іщенко Олександра Володимирівна, асистент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: alesya.ishchenko@gmail.com.

Емець Юрій Володимирович, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: emetsuv@rambler.ru.

Полякова Марина Вячеславівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Іщенко Олександра Володимирівна, асистент, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Емець Юрій Володимирович, кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Polyakova Marina, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: marina_polyakova@rambler.ru.

Ishchenko Alesya, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: alesya.ishchenko@gmail.com.

Emets Yuriy, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: emetsuv@rambler.ru.

УДК 693.542.4:691.4

Новицький О. П.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНИХ ПАЛЬ

Стаття присвячена лабораторним дослідженням впливу технології виготовлення ґрунтоцементних паль на їх показники якості. Описано моделювання бурозмішувальної технології з урахуванням ґрунтових умов влаштування паль. Проведені дослідження впливу добавки пластифікатора та зміни глибини занурення паль на їх міцність та отримані відповідні залежності. Результати досліджень підтвердили достовірність методу моделювання та ефективність використання добавки.

Ключові слова: ґрунтоцементні палі, ґрунтоцемент, пластифікуючі добавки, випробування на міцність

1. Вступ

Нині успішно впроваджений у будівництво бурозмішувальний метод виготовлення ґрунтоцементу. За допомогою спеціального обладнання ґрунт без його

виймання із свердловини руйнується у певному об'ємі загального масиву основи. При цьому, в розпушений ґрунт розчиномасом нагнітається цементний розчин під тиском 0,2–0,5 МПа, який ретельно перемішується з ґрунтом робочим органом. Після тужавіння суміші

в основі утворюється ґрунтоцементна паля (ГЦП) циліндричної форми із заданими діаметром і довжиною. Палі, виготовлені за такою технологією можливо влаштувати у водонасиченому ґрунті тобто нижче рівня ґрунтових вод [1–3].

Актуальність досліджень використання ГЦП при влаштуванні фундаментів обґрунтовують високі показники технологічності, економічності, мінімальні енергетична матеріаломісткість технології їх виготовлення [1].

2. Постановка питання

Недоліком використання відомої бурозмішувальної технології є значна залежність міцності матеріалу паль (ґрунтоцементну) від типу та вологості ґрунту-основи. При цьому, ґрунтоцемент виготовлений в лабораторних умовах має вищі показники міцності на стиск порівняно зі зразками виготовлених за тією ж технологією, але на будівельному майданчику.

Отже, для вирішення даної проблеми було використано моделювання бурозмішувальної технології в лабораторних умовах та виготовлення ґрунтоцементних паль в масиві ґрунту. Також, було перевірено вплив пластифікуючих добавок на міцність та густину ґрунтоцементу. Результати випробувань актуальні для вирішення визначених завдань.

3. Аналіз публікацій та досліджень у даному напрямі

Ґрунтовні дослідження по закріпленню ґрунтів цементом та використання ґрунтоцементу широко розкриті в працях Токіна А. Н. [4].

Питаннями використання ґрунтоцементу в якості паль та укріплення основи будівель останніми роками займаються такі вчені Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка: Зоценко М. Л., Ларцева І. І., Петраш Р. В. [5], Петруняк М. В., Петраш О. В., Нестеренко Т. В. та інші.

У наукових працях професора М. Л. Зоценка описано ефективність використання влаштування ґрунтоцементних паль та особливості використання бурозмішувальної технології [1–3, 6]. У працях М. В. Петруняк описані дослідження міцності ґрунтоцементу на стиск протягом тривалого періоду твердіння в лабораторних умовах [7].

У попередніх дослідженнях перевірено вплив добавки пластифікатора на рухливість цементного розчину та ґрунтоцементу у процесі перемішування. Отримані результати показали збільшення рухливості у 1,99–2,16 рази. На зразках-балочках підібрано найбільш ефективну добавку та її дозування [8].

Мета досліджень — перевірка достовірності запропонованого методу моделювання виготовлення ґрунтоцементних паль в лабораторних умовах та дослідження впливу параметрів технології виготовлення на показники якості матеріалу паль.

4. Методика досліджень

Визначення міцності матеріалу проводилося на зразках відібраних з виконаної фізичної моделі палі. Виготовлення фізичної моделі та приладу для відтворення бурозмішувальної технології були спеціально розроблені для наведених досліджень.

Відтворення масиву природного ґрунту виконувалося в полівінілхлоридній трубі, в яку вкладався ґрунт, доведений до природної вологості що контролювалася шляхом відбору зразків та їх сушінням. Вкладання відбувалося пошарово, кожен шар ущільнювався трамбуванням для доведення ґрунту до природного стану. Використання полівінілхлоридної труби забезпечило зберігання масиву ґрунту без втрат вологості, тому влаштована у ньому паля тверділа у умовах близьких до виробничих.

Методика моделювання процесу влаштування палі:

1. Збирання приладу.
2. Приготування водоцементного розчину та заливання його в ємність, герметичне її закриття та під'єднання до компресору.
3. Розбурювання масиву ґрунту згори до низу і назад на суху.
4. Накачування компресором тиску в ємності до 2 атмосфер.
5. Відкриття крану для подачі розчину та буріння з одночасним перемішуванням, проходом зверху до низу і назад.
6. Перемішування ґрунту проходом зверху до низу і назад двічі.

Отримані ГЦП зберігалися без виймання з масиву ґрунту протягом строку випробувань — 28 діб.

Після відкопування, палі очищалися від ґрунту та розрізалися на циліндри висотою рівною їх діаметру. Отримані зразки обмірювалися, зважувалися та випробовувалися на стиск. Міцність на стиск $R_{ст}$ визначалася за формулою:

$$R_{ст} = \frac{4P}{\pi \cdot d^2}. \quad (1)$$

5. Результати досліджень

Показники міцності ґрунтоцементу залежать від наступних факторів:

- вміст цементу та його якість;
- літологічні ознаки ґрунту, тобто його придатність для використання;
- термін та умови тужавіння цементу.

Для проведення випробування було вирішено використати два види цементу ПЦ-500-1-Н та ПЦ-400 П/Б-Ш. Цемент був перевірений на відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-187:2009 [9]. В результаті характеристики міцності зразків, що випробовувалися, відповідали маркам цементу.

Пластифікуючі добавки, що використовувалися для підвищення міцності ґрунтоцементу, були перевірені на відповідність ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008 [10]. Експеримент та аналіз його результатів проводився з використанням добавки суперпластифікатора Coral MasterSilk [11].

У ВСН-40-88 «Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий» [12] наведені вимоги до ґрунту для визначення ступеня його придатності.

Ґрунт, що використовувався для досліджень був відібраний на будівельному майданчику 10-ти поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській, 23 (м. Суми) з глибини 2,3 м.

Джерелом для визначення визначених характеристик ґрунту був Технічний звіт з інженерно-геологічних

вишукувань по об'єкту «Будівництво 10-ти поверхового житлового будинку по вул. Новомістенській у м. Суми», виконаний Сумською філією УкрНДІПНТВ. Згідно технічного звіту ґрунт є суглинком лесовим палевим, високопористим, твердим просадочним.

Фізико-механічні розрахункові властивості ґрунтів:

- питома вага $\gamma_{II} = 14,29 \text{ кН/м}^3$;
- питоме зчеплення $c_{II} = 9 \text{ кПа}$;
- кут внутрішнього тертя $\phi_{II} = 25^\circ$;
- модуль загальної деформації $E = 15,7 \text{ МПа}$;
- коефіцієнт фільтрації $k_f = 0,35 \text{ м/добу}$.

Для її відтворення в лабораторних умовах бурозмішувальної технології виготовлення ґрунтоцементу було розроблено прилад (рис. 1).



Рис. 1. Бурова установка для відтворення в лабораторних умовах бурозмішувальної технології влаштування ґрунтоцементних паль без виймання ґрунту

Було виготовлено 4 палі (рис. 2, 3) різного складу матеріалу (табл. 1).

При влаштуванні фізичної моделі масиву ґрунту відбиралися проби для визначення відповідності природним показникам вологості та щільності. Дані про відповідність визначених показників $W = 14 \%$ та $\gamma = 14,29 \text{ кН/м}^3$ наведені в табл. 2.



Рис. 2. Процес виготовлення ґрунтоцементних паль за бурозмішувальною технологією



Рис. 3. Готова ґрунтоцементна паля

Таблиця 1

Склад ґрунтоцементних паль

Паля №	Цемент	Добавка	Термін тужавіння
1	ПЦ-400-П/Б-Ш	Coral Master Silk, 0,6%	28 діб
2	ПЦ-500-1-Н	Coral Master Silk, 0,6%	
3	ПЦ-400-П/Б-Ш	—	
4	ПЦ-500-1-Н	—	

Таблиця 2

Характеристики ґрунту з фізичної моделі

Паля №	W, %	Відхилення, %	γ , г/см ³	Відхилення, %
1	14,09	0,6	1,47	2,80
2	13,96	0,3	1,42	0,70
3	14,01	0,001	1,44	0,70
4	13,89	0,8	1,41	1,4

Аналіз закладеного ґрунту показав, що допустимі відхилення не перевищені, тобто стан ґрунту відповідає природному. Процес твердіння паль проходив без виймання їх з масиву, що забезпечило максимальну наближеність до реальних умов твердіння.

На 28 добу після влаштування, палі були відкопані (рис. 4), виміряні (рис. 5) та розрізані на зразки (рис. 6).

Кожна паля була розрізана на 4 циліндри (рис. 7), висота котрих дорівнювала їх діаметру. При вийманні та розрізі палі не помічено порожнин, що свідчить про достатню рухливість ґрунтоцементної суміші під час укладання. Зразки не мали значних нерівностей, що свідчить про високу ступінь просочуваності водоцементного розчину та його достатнє перемішування.

Для уточнення вимірювань міцності матеріалу, а також отримання даних про вплив ваги вище розташованого ґрунтоцементу на ущільнення нижче розташованого в процесі твердіння, з кожної палі відбиралися зразки з однакових положень: один циліндр з п'ятки

палі, два циліндри з середньої частини та один циліндр з оголовка палі.

Отримані зразки зважувалися та ретельно вимірювалися. Міцність отриманих зразків визначалася випробуваннями на одноосовий стиск. Випробування проводилися на повіреному гідравлічному пресі.



Рис. 4. Виймання палі після 28 діб

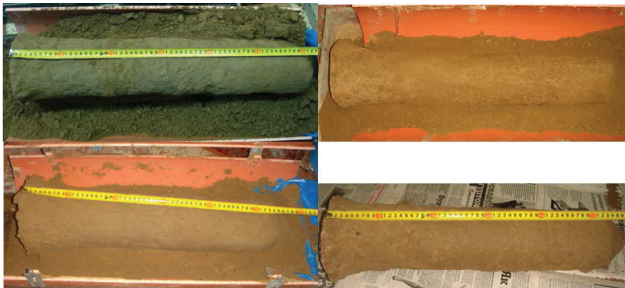


Рис. 5. Ґрунтоцементні палі виготовлені за бурозмішувальною технологією без виймання ґрунту



Рис. 6. Розрізання палі на зразки для випробувань



Рис. 7. Зразки ґрунтоцементу, відібрані з палі



Рис. 8. Визначення міцності матеріалу палі

Отримані характеристики міцності та густини викладені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати випробувань зразків матеріалу палі

	Міцність, кгс/см ²				Густина, г/см ³			
	низ	ср1	ср2	верх	низ	ср1	ср2	верх
Паля 1	23,24	21,22	18,75	17,69	2,03	1,90	1,83	1,74
Паля 2	25,06	23,50	20,85	19,94	2,17	1,90	1,85	1,82
Паля 3	19,79	17,84	15,57	14,51	2,01	1,91	1,83	1,74
Паля 4	21,40	19,76	17,34	16,26	2,13	1,8	1,84	1,8

Аналізуючи дані наведені в таблиці створені графіки порівняння результатів для всіх палі (рис. 9–11).

Згідно побудованих графіків визначено, що найвищу міцність проявив матеріал тієї палі де у якості в'язучого компоненту був ПЦ-500-1-Н та використовувалася добавка суперпластифікатор. Міцність матеріалу палі виготовлених з використанням суперпластифікатору більша на 17,07–22,65 %. Із збільшенням глибини, за рахунок ущільнення, міцність ґрунтоцементу зростає до 19,24 %.

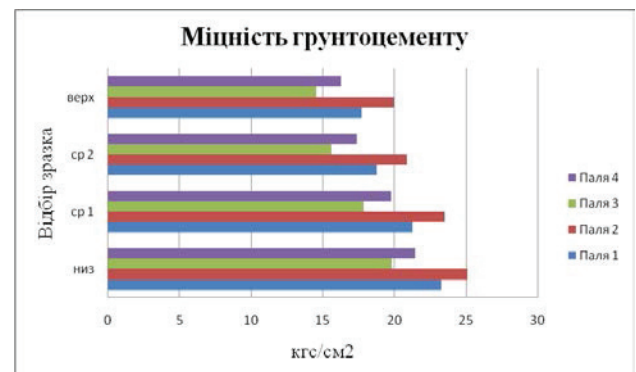


Рис. 9. Порівняння міцності матеріалів палі

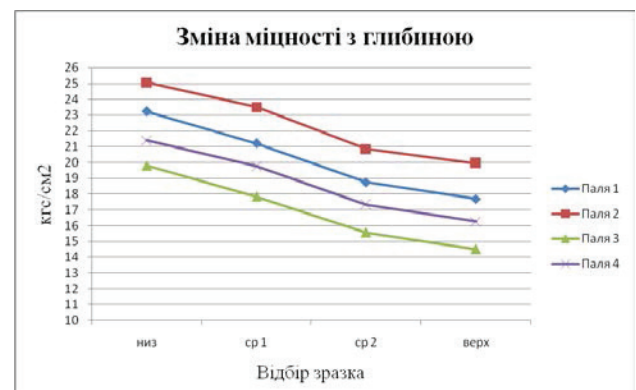


Рис. 10. Залежність міцності від глибини твердіння ґрунтоцементу в масиві палі

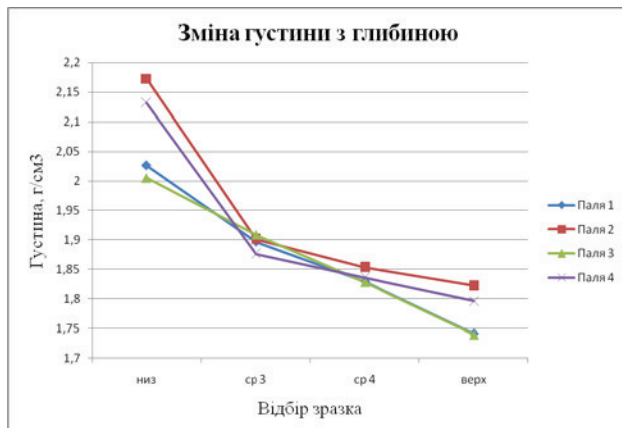


Рис. 11. Залежність густини від глибини твердіння ґрунтоцементу в масиві палі

6. Висновки

Згідно поставленої мети було виконано експериментальне моделювання виготовлення ґрунтоцементних паль в лабораторних умовах, яке підтвердило відповідність запропонованого методу моделювання технології, що застосовується на будівельному майданчику. Був відтворений вплив ґрунтових умов влаштування паль на показники якості їх матеріалу.

Виготовлені палі відповідали технічним вимогам, не мали розривів та неоднорідностей по стовбуру.

На виготовлених палях доведено ефективність використання добавки пластифікатора, що підвищило показники рухливості та просочуваності цементного розчину в ґрунті. Це, в свою чергу, збільшило щільність ґрунтоцементу та, як наслідок, його міцність.

Література

1. Зоценко, М. Л. Економія енергоресурсів при влаштуванні ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд [Текст] : наук. вісник / М. Л. Зоценко, М. О. Коршун, Р. В. Петраш, С. С. Петраш // Економіка і регіон. — Полтава : ПолтНТУ, 2007. — № 2(13). — С. 51–54.
2. Зоценко, М. Л. Бурозмішувальна технологія влаштування паль і штучних основ [Текст] / М. Л. Зоценко, Р. В. Петраш // Каталог сучасних наукових розроблень. — Полтава : ПолтНТУ, 2005.
3. Зоценко, Н. Л. Закрепление оснований цементацией буросмесительным методом [Текст] / Н. Л. Зоценко, И. И. Ларцева, В. И. Марченко // Труды Международ. конф. по геотехнике «Геотехнические проблемы мегаполисов». — Т. 5. — М. : ПИ «Геореконструкция», 2010. — С. 1781–1788.
4. Токин, А. Н. Фундаменты из цементогрунта [Текст] / А. Н. Токин. — Москва, Стройиздат, 1984. — 182 с.
5. Петраш, О. В. Забезпечення ефективної роботи підземних конструкцій інженерних споруд, які виготовлені з ґрунтоцементу [Текст] / О. В. Петраш // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013 р. — № 4(34), Т. 2. — С. 178–183.
6. Зоценко, М. Л. Ґрунтоцементні основи та фундаменти [Текст] / М. Л. Зоценко // Будівельні конструкції. — 2011. — № 75, кн. 1. — С. 447–457.
7. Петруняк, М. В. Методика виготовлення та дослідження ґрунтоцементу в лабораторних умовах [Текст] / М. В. Петруняк // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013р. — № 4(34), Т. 2. — С. 184–189.
8. Новицький, О. П. Вплив пластифікуючих добавок на міцність ґрунтоцементу [Текст] / О. П. Новицький, О. С. Солонін // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — Полтава : ПолтНТУ 2013 р. — № 4(34), Т. 2. — С. 171–177.
9. ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Цементи. Методи визначення міцності на згин і на стиск [Текст]. — 22 с.
10. ТУ У В.2.7-24.6-35365973-001:2008. Добавки комплексні для бетонів, будівельних розчинів та цементів «Coral» різних марок, суперпластифікатор «С-3» [Текст].
11. Чернышев, Ю. П. Пластичный бетон [Текст] / Ю. П. Чернышев, Л. А. Козлова. — Донецк, Донбас, 1987. — 64 с.
12. ВСН-40-88. «Проектирование и устройство фундаментов из цементогрунта для малоэтажных сельских зданий» [Текст]. — 13 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОЦЕМЕНТНЫХ СВАЙ

Статья посвящена лабораторным исследованиям влияния технологии изготовления ґрунтоцементных свай на их показатели качества. Описано моделирование буросмесительной технологии с учетом ґрунтовых условий устройства свай. Проведены исследования влияния добавки пластификатора и изменения глубины погружения свай на их прочность и получены соответствующие зависимости. Результаты исследований подтвердили достоверность метода моделирования и эффективность использования добавки.

Ключевые слова: ґрунтоцементные сваи, ґрунтоцемент, пластифицирующая добавка, испытания на прочность.

Новицький Олександр Павлович, аспірант кафедри будівельних конструкцій, Сумський національний аграрний університет, Україна, e-mail: Novitskiy_a@i.ua.

Новицький Олександр Павлович, аспірант кафедри спортивних конструкцій, Сумської національний аграрний університет, Україна.

Novitskiy Alexander, Sumy National Agrarian University, Ukraine, e-mail: Novitskiy_a@i.ua